

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
22. April 2004 (22.04.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/034543 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: H02H 9/00, 7/22

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/003053

(22) Internationales Anmeldedatum:
15. September 2003 (15.09.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 47 112.6 9. Oktober 2002 (09.10.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): SIEMENS AKTIENGESellschaft [DE/DE];
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BOLZ, Stephan
[DE/DE]; Lehenweg 14, 93102 Pfatter (DE). KNORR,

Rainer [DE/DE]; Hohlweg 10 C, 93055 Regensburg (DE).
LUGERT, Günter [DE/DE]; Gertud-Bäumer-Weg 7,
93055 Regensburg (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESellschaft;
Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

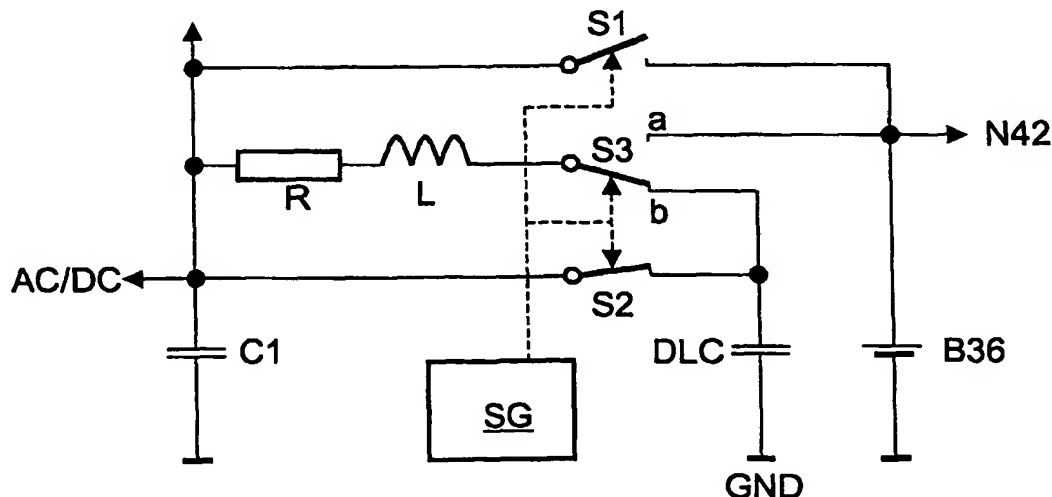
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR SWITCHING ON A POWER SWITCH ARRANGED BETWEEN CAPACITIVE ELEMENTS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM EINSCHALTEN EINES ZWISCHEN KAPAZITIVEN ELEMENTEN ANGEORDNETEN LEISTUNGSSCHALTERS



(57) Abstract: The invention relates to a method and a device for switching on a power switch (S1, S2) arranged between capacitive elements (C1, DLC, B36), a choke (L) being connected in parallel to the switching contacts of the still open power switch (S1, S2). Said choke enables compensating currents to flow between the elements (C1, B36, DLC) to be interconnected and to decay before the power switch (S1, S2) is then closed in a de-energised manner.

(57) Zusammenfassung: Verfahren und Vorrichtung zum Einschalten eines zwischen kapazitiven Elementen (C1, DLC, B36) angeordneten Leistungsschalters (S1, S2), wonach den Schaltkontakten des noch geöffneten Leistungsschalters (S1, S2) eine Drossel (L) parallelgeschaltet wird, über welche zwischen den miteinander zu verbindenden Elementen (C1, B36, DLC) Ausgleichströme fließen und abklingen können, bevor anschließend der Leistungsschalter (S1, S2) strom- und spannungslos geschlossen wird.

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zum Einschalten eines zwischen kapazitiven Elementen angeordneten Leistungsschalters.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Einschalten eines zwischen kapazitiven Elementen angeordneten Leistungsschalters nach dem Oberbegriff von Anspruch 1, insbesondere eines relaisbetätigten Leistungsschalters in einem mit einem integrierten Starter-Generator (ISG) ausgerüsteten Kraftfahrzeug. Die Erfindung betrifft auch eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens nach Anspruch 4.

Im einem Kraftfahrzeug-Bordnetz mit ISG sind Schaltvorgänge zwischen Energiespeichern - Akkumulatoren verschiedener Nennspannungen und Kondensatoren (Zwischenkreiskondensatoren, Doppelschichtkondensatoren) - über Umrichter oder Schaltregler mittels Leistungsschaltern erforderlich, die mittels der Befehle eines Steuergeräts durchgeführt werden.

Bedingung dabei ist, dass vor dem Öffnen eines Schalters der durch ihn fließende Schalterstrom auf 0A gebracht wird, und dass vor dem Schließen eines Schalters die zwischen seinen Schaltkontakten liegende Schalterspannung auf 0V gebracht wird, damit der Schalter leistungsfrei betätigt werden kann.

Ein Schalterstrom 0A kann beispielsweise durch Abschalten von AC/DC-Umrichter oder DC/DC-Schaltregler erfolgen und stellt in der Praxis kein Problem dar.

Die Regelung auf 0V Schalterspannung, d.h., keine Potentialdifferenz zwischen den Polen des (geöffneten = nicht leitenden) Schalters, erfolgt in der Regel durch gezieltes Umladen

eines der Energiespeicher, beispielsweise eines Zwischenkreiskondensators, da dieser in der Regel der kleinere der Energiespeicher ist. Diese Regelung kann auch prinzipiell durch einen Umrichter oder einen zwischen diesem und dem Bordnetz befindlichen Schaltregler erfolgen.

Der Zwischenkreiskondensator hat beispielsweise eine Kapazität von mehreren $10.000\mu\text{F}$, der Doppelschichtkondensator beispielsweise eine Kapazität von 200F , die Akkumulatoren eine Kapazität von mehreren Ah. Die auszugleichende Schalterspannung kann dabei bis zu 60V betragen.

Bedingt durch das ungünstige Verhältnis von Leistungsfähigkeit von Umrichter (z.B. 6kW) oder Schaltregler (z.B. 1kW) zu der für den Ladungsausgleich (bis 40 Joule) erforderlichen Energie sind dem Spannungsausgleich jedoch in der Praxis enge Grenzen gesetzt.

Sollen nun beispielsweise die Schalter mit Relais aufgebaut werden, so reicht die so erzielbare Genauigkeit des Spannungsausgleichs nicht aus, denn die im normalen Betrieb auftretenden Ströme und Leistungen erfordern die Verwendung von Bauelementen (Kondensatoren, Schaltern) mit sehr kleinen Widerständen. Entsprechend hoch fallen bei vorhandenen Spannungsdifferenzen die Ausgleichströme über dem zu schließenden Schalter aus. Im Extremfall führt dies zur Zerstörung der Schalter.

Eine Begrenzung des durch den Schalter fließenden Ausgleichstromes auf einen ungefährlichen Wert setzt üblicherweise eine Strommessung voraus, die bei der Höhe der auftretenden Ströme einen kostenintensiven Stromsensor erfordert. Dies gilt aber nicht nur für das Zusammenschalten kapazitiver Ele-

mente in Verbindung mit Integrierten Startergeneratoren, sondern ganz allgemein für das Zusammenschalten von Kondensatoren, Akkumulatoren oder auch Brennstoffzellen.

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren und eine entsprechende Vorrichtung zum Einschalten eines zwischen kapazitiven Elementen angeordneten Leistungsschalters zu schaffen, die ohne kostenintensiven Stromsensor auskommt und bei welcher der Einschaltvorgang und der Einschaltzustand so geregelt werden, dass auch bei großer Potentialdifferenz zwischen den Schaltkontakten des Leistungsschalters vor dessen Einschalten eine Beschädigung des Leistungsschalters ausgeschlossen ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren gemäß den Merkmalen von Anspruch 1 und eine Vorrichtung gemäß den Merkmalen des Anspruchs 4 gelöst.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

Die Erfindung umfasst die technische Lehre, einen Potentialausgleich zwischen den geöffneten Schaltkontakten des Leistungsschalters mittels einer zu diesen Schaltkontakten parallel schaltbaren, verlustbehafteten Drossel herbeizuführen, indem Ausgleichströme über die Drossel fließen und abklingen können, bis an den Schaltkontakten des Leistungsschalters nahezu keine Potentialdifferenz mehr besteht, und kein Ausgleichstrom mehr fließt, bevor der Leistungsschalter eingeschaltet wird.

Ein Ausführungsbeispiel nach der Erfindung wird nachstehend anhand einer schematischen Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

- Figur 1 ein Prinzipschaltbild eines 14V/42V-Kraftfahrzeug-Bordnetzes,
Figur 2 eine Teilschaltung aus Figur 1 mit Drossel,
Figur 3 den Verlauf des Ausgleichstroms mit und ohne Drossel,
Figur 4 eine Schaltung zur Ermittlung des Ausgleichstroms über den Spannungsabfall an der Drossel L,
Figur 5 ein Steuergerät, soweit es die Steuerung der Schalter S1 bis S3 betrifft, und
Figur 6 ein Signaldiagramm der Schaltbefehle und Schalterstellungen dieses Steuergeräts.

Figur 1 zeigt ein Prinzipschaltbild eines 14V/42V-Kraftfahrzeug-Bordnetzes mit einem mit einer nicht dargestellten Brennkraftmaschine gekoppelten integrierten Starter-Generator ISG, anhand dessen die Erfindung erläutert wird.

Dieser ISG ist über einen bidirektionalen AC/DC-Wandler AC/DC

- a) direkt mit einem Zwischenkreiskondensator C1,
- b) über einen Leistungsschalter S1 mit einem 36V-Akkumulator B36 und einem 42V-Bordnetz N42,
- c) über einen Leistungsschalter S2 mit einem Doppelschichtkondensator DLC, und
- d) über einen bidirektionalen DC/DC-Wandler DC/DC mit einem 12V-Akkumulator B12 und einem 14V-Bordnetz N14 verbunden.

Figur 2 zeigt die gepunktet eingerahmte Teilschaltung aus Figur 1, in welche eine Reihenschaltung einer Drossel L (dargestellt mit ihrem Ohm'schen Widerstand R, der auch einen weiteren, mit ihm in Reihe liegenden, realen Widerstand repräsentieren kann), und eines Umschalters S3 eingefügt ist. Diese Reihenschaltung liegt in Stellung a des Schalters S3 pa-

ralliel zu den Schaltkontakten des Schalters S1, und in Stellung b des Schalters S3 parallel zu den Schaltkontakten des Schalters S2. Der Umschalter S3 kann auch aus zwei Einschaltern bestehen. Die Schalter S1, S2 und S3 werden von einem Steuergerät SG betätigt.

Das Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 ermöglicht ein Verbinden des Zwischenkreiskondensators C1 mit dem Akkumulator B36 und alternativ mit dem Doppelschichtkondensator DLC. Der Einschaltbefehl UM zum Einschalten eines Leistungsschalters ist dem gemäß ein Umschaltbefehl und der Schalter S3 statt eines Einschalters dementsprechend ein Umschalter.

In Figur 2 ist der Zwischenkreiskondensator C1 mit dem Doppelschichtkondensator DLC über den geschlossenen (leitenden) Schalter S2 verbunden, zu welchem die Reihenschaltung aus Widerstand R, Drossel L und Umschalter S3 (in Stellung b) parallelgeschaltet ist, während er von dem Akkumulator B36 über den geöffneten (nichtleitenden) Schalter S1 getrennt ist.

Soll nun der Zwischenkreiskondensator C1, an welchem eine hohe Spannung von 60V anliegt, die ihm beispielsweise vom Doppelschichtkondensator DLC eingeprägt wurde, mit dem Akkumulator B36, der eine Spannung von 36V aufweist, verbunden werden, so wird vom Steuergerät SG zunächst Schalter S2 geöffnet; Schalter S3 verbleibt noch in seiner Schaltstellung b, bis beide Schalter S1 und S2 sicher geöffnet sind, und wird erst dann in Schaltstellung a (Figur 4) gebracht.

Da der Zwischenkreiskondensator C1 ein anderes Potential aufweist, als der nun - über die Drossel L - mit ihm verbundene Akkumulator B36, wird ein Ausgleichstrom über die Drossel L fließen. Da diese einen Stromsprung nicht zulässt, wird der

Strom von 0A zu steigen beginnen, wie dies in **Figur 3** dargestellt ist. Ohne die über Schalter S3 parallelgeschaltete Drossel würde beim Schließen des Leistungsschalters S1 ein hoher Stromstoß entstehen, wie die gepunktete Kurve in **Figur 3** zeigt, welche den Leistungsschalter zerstören könnte.

Da der Potentialausgleich mit zunehmendem Strom geringer wird, fällt der Ausgleichstrom wieder ab. Somit kommt es rasch zu einem Strommaximum und anschließend zu einem exponentiellen Ausklingen des Ausgleichstroms, der mit einem Potentialausgleich endet.

Ist der Ausgleichstrom abgeklungen, so besteht keine Gefahr mehr, den Akkumulator B36 mit dem Zwischenspeicher C1 über den Schalter S1 direkt zu verbinden. Der große Vorteil liegt darin, dass der jeweilige Schalter S1 oder - im umgekehrten Fall S2 - strom- und spannungslos geschaltet werden kann.

Da der Ausgleichstrom keinen stationären Wert erreicht, wird über der Drossel L eine Spannung $U = L \cdot di/dt$ induziert, die dem Strom proportional ist. Zusätzlich ergibt sich ein Spannungsabfall über dem Ohm'schen Widerstand R der Drossel L, der am Scheitelpunkt des Ausgleichstroms zur Wirkung kommt. Dort ist $di/dt = 0$. Zusätzlich begrenzt dieser Ohm'sche Widerstand R den maximalen Strom und bedämpft das Gesamtsystem (Schwingkreis) aus Kondensator, Akkumulator und Drossel.

Weil der Stromanstieg eine Spannungsänderung an der Drossel hervorruft, kann auf eine direkte Strommessung verzichtet werden und diese über die Messung der an der Drossel L (und ihrem Ohm'schen Widerstand R) liegenden, zum Strom proportionalen Spannung erfolgen.

Figur 4 zeigt eine Detektionsschaltung DTS zur Detektion des Ausgleichstroms, welcher fließt, wenn zwei kapazitive Elemente unterschiedlicher Spannung miteinander verbunden werden, d.h. hier, wenn der Zwischenkreiskondensator C1 vom Doppelschichtkondensator DLC, mit welchem er in Figur 2 verbunden ist, getrennt wird und mit dem Akkumulator B36 verbunden wird (oder umgekehrt).

In Figur 4 ist die Teilschaltung aus Figur 2 dargestellt, in welcher Schalter S1 weiterhin geöffnet ist und Schalter S3 von Stellung b (Figur 2) in seine Stellung a geschaltet wird.

Die Elemente C1, B36, R, L, S1 und S3 und ihre Verbindungen sind aus Figur 2 bekannt.

Am Verbindungspunkt A zwischen dem Zwischenkreiskondensator C1 und dem Widerstand R (bzw. der Drossel) zweigt eine Reihenschaltung aus einem Widerstand R1 und der Emitter-Kollektorstrecke eines pnp-Transistors Q1 ab, ebenso am Verbindungspunkt B zwischen Drossel L und Schalter S3 eine Reihenschaltung aus einem Widerstand R3 und der Emitter-Kollektorstrecke eines pnp-Transistors Q2 ab. Die Kollektoren der beiden Transistoren Q1 und Q2 sind miteinander und über die Reihenschaltung zweier Widerstände R7 und R8 mit Bezugspotential GND verbunden.

Zwischen dem Verbindungspunkt A und Bezugspotential GND liegt eine Reihenschaltung aus einer zum Bezugspotential GND hin stromleitenden Diode D1 und einem Widerstand R2, ebenso liegt zwischen dem Verbindungspunkt B und Bezugspotential GND eine Reihenschaltung aus einer zum Bezugspotential GND hin stromleitenden Diode D2 und einem Widerstand R4.

Der Verbindungspunkt zwischen Diode D1 und Widerstand R2 und die Basis des pnp-Transistors Q2 sind durch einen Widerstand R5 verbunden, ebenso der Verbindungspunkt zwischen Diode D2 und Widerstand R4 und die Basis des pnp-Transistors Q1 durch einen Widerstand R5.

Der Verbindungspunkt zwischen den beiden Widerständen R7 und R8 ist mit der Basis eines npn-Transistors Q3 verbunden, dessen Emitter mit Bezugspotential GND verbunden ist, und dessen Kollektor einerseits über einen Widerstand R9 mit einer Versorgungsspannung Vcc von beispielsweise +5V verbunden ist, und andererseits mit einem in Figur 5 dargestellten Anschluss Mess des Steuergeräts SG verbunden ist.

Wie bereits bei der Beschreibung der Figur 2 erwähnt, liegt beispielsweise am Zwischenkreiskondensator C1 eine hohe Spannung von 60V und am Akkumulator B36 eine Spannung von 36V.

Vor dem Umschalten des Schalters S3 wird Schalter S2 geöffnet. Von dem Augenblick an, in dem Schalter S3 in seine Schaltstellung a überführt wird, beginnt ein Ausgleichstrom von C1 über R und L zu B36 gemäß Figur 3 zu fließen. Dieser Ausgleichstrom bewirkt an der Drossel L (und R) einen Spannungsabfall. In diesem Fall liegt dem gemäß am Verbindungspunkt A ein höheres Potential als am Verbindungspunkt B.

Bei entsprechender Auslegung der Schaltung (Figur 4) liegt am Emitter des Transistors Q1 dann ein höheres Potential als an seiner Basis, an der ein dem Potential des Verbindungspunktes B proportionales Potential liegt, so dass Q1 leitend geschaltet wird.

Solange der Ausgleichstrom eine gewisse Größe übersteigt und damit die Emitter-Basis-Spannung des pnp-Transistors Q1 überschritten wird, wird Transistor Q1 leitend bleiben und ein Strom vom Verbindungspunkt A über R1, Q1, R7 und R8 nach Bezugspotential GND fließen, was die Basisspannung des npn-Transistors Q3 anhebt, wodurch dieser leitend wird und bewirkt, dass das Signal Mess von einem H-Signal zu einem L-Signal wird.

Im Fall, dass das Potential am Verbindungspunkt B höher ist als am Verbindungspunkt A, so wird pnp-Transistor Q2 und damit auch npn-Transistor Q3 leitend. Aus diesem Grund ist die Schaltung um die Transistoren Q1 und Q2 symmetrisch ausgelegt.

Figur 5 zeigt das Steuergerät SG, soweit es die Steuerung der Schalter S1 bis S3 betrifft. Darauf wird später noch näher eingegangen.

Aus Figur 6 sind die entsprechenden Signalpegel und Schaltstellungen der Schalter S1 bis S3 zu bestimmten Zeitpunkten zu entnehmen.

Beide Figuren werden nachstehend beschrieben, wobei im wesentlichen auf Figur 6 Bezug genommen wird.

Ausgehend von den Schalterstellungen in Figur 2 (S1 offen, S2 geschlossen und S3 in Stellung b) soll der Zwischenkreiskondensator C1, der bisher mit dem Doppelschichtkondensator DLC verbunden war, nun mit Akkumulator B36 verbunden werden.

Ein Umschaltbefehl Um von einem nicht dargestellten Teil des Steuergeräts SG, der vor dem Zeitpunkt t1 ein L-Signal (Low-

Signal) war, springt zum Zeitpunkt t_1 von L nach H (High-Signal).

Zugleich mit einem Umschaltbefehl werden zwei Zeitglieder T_1 und T_2 angestoßen.

Dabei ist T_1 ein zweiflankengetriggertes Verzögerungsglied. Es verzögert das von beiden Flanken des Umschaltbefehls U_m bewirkte Umschalten des Schalters S_3 (von Schaltstellung b nach a oder umgekehrt) um eine Verzögerungszeit T_1 und soll sicherstellen, dass nach Ablauf dieser Verzögerungszeit T_1 alle Schalter, die ja in diesem Ausführungsbeispiel Relais-schalter sind, sicher in ihrer neuen Schaltstellung angelangt sind. Bedingt durch die zu schaltenden Ströme sind für die Leistungsschalter S_1 und S_2 Relais mit größerer Bauform und folglich mit wesentlich größeren Schaltzeiten als für Schalter S_3 erforderlich.

T_2 ist als zweiflankengetriggertes Monoflop ausgebildet, es erzeugt sowohl bei der aufsteigenden als auch bei der absteigenden Flanke des Umschaltsignals U_m einen L-Impuls der Dauer T_2 , die länger als T_1 ist. Dieses Monoflop verhindert, dass das Einschalten des zuzuschaltenden Schalters, jetzt S_1 , vor Ablauf der Verzögerungszeit T_2 erfolgen kann, wenn beispielsweise kein großer Ladungsausgleich stattfindet, welcher schlecht detektiert werden kann, aber trotzdem einen großen Ausgleichstrom verursachen würde.

Wenn nur zwei Elemente, beispielsweise C_1 und B_{36} , vorhanden sind, die miteinander verbunden oder voneinander getrennt werden sollen, brauchen die Zeitglieder T_1 und T_2 nur von der Einschaltflanke (von L nach H) des Umschaltsignals U_m getrigg-

gert werden, also einflankengetriggert sein, da ein Ausschalten des Leistungsschalters strom- und spannungslos erfolgt.

Zugleich mit Erscheinen des Umschaltbefehls Um wird zunächst Schalter S2 geöffnet (in Figur 6 von H nach L). Schalter S1, der vor Zeitpunkt t1 geöffnet war, verbleibt weiterhin in dieser Stellung. Das Messsignal Mess der Schaltung aus Figur 4 ist H, da vor dem Umschaltbefehl und bis zum Ablauf der Verzögerungszeit T1 (Zeitpunkt t2) die Ladungen ausgeglichen waren und kein Ausgleichstrom fließt.

Nach Ablauf der Verzögerungszeit T1 wird Schalter S3 zum Zeitpunkt t2 von Schaltstellung b (L-Pegel) nach Schaltstellung a (H-Pegel) umgelegt. Ab diesem Zeitpunkt t2 fließt ein Ausgleichstrom von C1 (60V) zu B36 (36V), der bewirkt, dass das Messsignal Mess zum Zeitpunkt t2 von H nach L springt und auf diesem Pegel solange verweilt, bis der Ausgleichstrom abgeklungen ist.

Das erfolgt zum Zeitpunkt t4, der je nach Ladungsdifferenz früher oder später liegen kann. Zu diesem Zeitpunkt t4 wird dann Schalter S1 eingeschaltet, was jedoch nicht vor Ablauf der Verzögerungszeit T2, also nicht vor Zeitpunkt t3 erfolgen kann. Damit ist Schalter S1 strom- und spannungslos zugeschaltet worden.

Ein Zurückschalten, d.h., ein erneutes Verbinden des Zwischenkreiskondensators C1 mit dem Doppelschichtkondensator DLC, erfolgt in gleicher Reihenfolge, wie nachstehend beschrieben.

Der dazu erfolgende Umschaltbefehl Um springt zum Zeitpunkt t_5 von H nach L. Gleichzeitig werden wieder beide Zeitglieder T1 und T2 angestoßen.

Zugleich mit dem Umschaltbefehl Um wird zunächst Schalter S1 geöffnet (in Figur 6 von H nach L). Schalter S2, der vor Zeitpunkt t_5 geöffnet (L-Pegel) war, verbleibt weiterhin in dieser Stellung. Das Messsignal Mess ist H, da vor dem Umschaltbefehl und bis zum Ablauf der Verzögerungszeit T1 (Zeitpunkt t_6) die Ladungen ausgeglichen waren und kein Ausgleichstrom fließt.

Mit Ablauf der Verzögerungszeit T1 wird Schalter S3 zum Zeitpunkt t_6 von Schaltstellung a (H-Pegel) nach Schaltstellung b (L-Pegel) umgelegt. Ab diesem Zeitpunkt t_6 fließt ein Ausgleichstrom von DLC (60V) zu C1 (36V), der bewirkt, dass das Messsignal Mess zum Zeitpunkt t_6 von H nach L springt und auf diesem Pegel solange verweilt, bis der Ausgleichstrom abgeklungen ist.

Das erfolgt zum Zeitpunkt t_8 , der wieder je nach Ladungsdifferenz früher oder später liegen kann. Zu diesem Zeitpunkt t_8 wird dann Schalter S2 eingeschaltet (von L- nach H-Pegel), was jedoch wieder nicht vor Ablauf der Verzögerungszeit T2, also nicht vor Zeitpunkt t_7 erfolgen kann. Damit ist Schalter S2 wieder stromlos zugeschaltet worden.

In der Schaltung des Steuergeräts SG nach Figur 5 sind die beiden Zeitglieder T1 und T2 bereits beschrieben.

Zeitglied T1 setzt den Schaltbefehl Um zum Umschalten des Schalters S3 von Stellung a nach b oder umgekehrt, um die Verzögerungszeit T1 verzögert, um.

Zeitglied T2 geht mit jedem Flankenwechsel des Umschaltsignals Um für die Dauer der Verzögerungszeit T2 auf L-Pegel.

Zwei Dreifach-UND-Glieder U1 und U2 vereinen die Signale Um (UND-Glied U1) oder (über den Inverter N1 invertiert) „Um-invertiert“ (UND-Glied U2), Ausgangssignal von T2, und Strommesssignal Mess. Nur wenn alle drei Eingangssignale von U1 oder U2 H-Pegel haben, hat auch das entsprechende Ausgangssignal H-Pegel. Dies entspricht einer Verriegelung, die sicherstellt, dass der Ausgleichsvorgang über Schalter S3 abgeschlossen ist und über ihn kein Strom mehr fließt.

Zwei nachfolgende Flip-Flops FF1 und FF2 werden mit dem durch den Inverter N2 invertierten Ausgangssignal des Zeitgliedes T2 zurückgesetzt. UND-Glied U1 oder UND-Glied U2 setzt nach Ablauf der Verzögerungszeit T2 das Flip-Flop FF1 oder FF2.

Mit Hilfe der Inverter N3, N4 und der UND-Glieder U3 und U4 wird schließlich sichergestellt, dass die Schalter S1 und S2 nicht gleichzeitig eingeschaltet sein können.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Einschalten eines zwischen kapazitiven Elementen (C1, DLC, B36) angeordneten Leistungsschalters (S1, S2),

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass den Schaltkontakten des noch geöffneten Leistungsschalters (S1, S2) wenigstens ein Ausgleichselement (L) parallelgeschaltet wird, über welches zwischen den miteinander zu verbindenden Elementen (C1, B36, DLC) Ausgleichströme fließen und abklingen können, bevor anschließend der Leistungsschalter (S1, S2) strom- und spannungslos geschlossen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Parallelschalten des Ausgleichselements (L) gegenüber dem Einschaltbefehl (Um) zum Einschalten des Leistungsschalters (S1, S2) um eine erste Verzögerungszeit (T1) verzögert erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Einschalten des Leistungsschalters (S1, S2) erst nach Abklingen eines Ausgleichstroms und nur dann erfolgt, wenn eine mit dem Einschaltbefehl (Um) beginnende zweite Verzögerungszeit (T2) abgelaufen ist.

4. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet,

dass das Ausgleichselement (L) eine Drossel ist, welche den Schaltkontakten des noch geöffneten Leistungsschalters (S1, S2) mittels eines weiteren Schalters (S3) parallel-schaltbar ist,

dass eine Detektionsschaltung (DTS) vorgesehen ist, welche einen zwischen den miteinander zu verbindenden Elementen (C1, DLC, B36) fließenden Strom detektiert, und

dass ein Steuergerät (SG) vorgesehen ist, von welchem der Leistungsschalter (S1, S2) geschlossen wird, sobald von der Detektionsschaltung (DTS) kein über die Drossel (L) fließender Ausgleichstrom festgestellt wird.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass mit der Drossel (L) ein Widerstand (R) in Reihe liegt, welcher der Ohm'sche Widerstand der Drossel oder ein realer Widerstand ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Detektionsschaltung (DTS) so ausgebildet ist, dass von dem einen Anschluss (A) der Drossel (L) eine Reihenschaltung aus einem Widerstand (R1) und der Emitter-Kollektor-Strecke eines pnp-Transistors (Q1) abzweigt, ebenso von dem anderen Anschluss (B) der Drossel (L) eine Reihenschaltung aus einem Widerstand (R3) und der Emitter-Kollektor-Strecke eines pnp-Transistors (Q2) abzweigt, dass die Kollektoren der beiden Transistoren (Q1, Q2) miteinander und über eine Reihenschaltung zweier Widerstände (R7 und R8) mit Bezugspotential (GND) verbunden sind, dass zwischen dem einen Anschluss (A) und Bezugspotential (GND) eine Reihenschaltung aus einer zum Bezugspotential (GND) hin stromleitenden Diode (D1) und einem Widerstand

R2 liegt, und ebenso zwischen dem anderen Anschluss (B) und Bezugspotential (GND) eine Reihenschaltung aus einer zum Bezugspotential (GND) hin stromleitenden Diode (D2) und einem Widerstand R4 liegt, dass der Verbindungspunkt zwischen Diode (D1) und Widerstand (R2) und die Basis des pnp-Transistors (Q2) durch einen Widerstand (R5) verbunden sind, und ebenso der Verbindungspunkt zwischen Diode (D2) und Widerstand (R4) und die Basis des pnp-Transistors (Q1) durch einen Widerstand (R5) verbunden sind, und dass der Verbindungspunkt zwischen den beiden Widerständen (R7 und R8) mit der Basis eines npn-Transistors (Q3) verbunden ist, dessen Emitter mit Bezugspotential (GND) verbunden ist, und dessen Kollektor einerseits über einen Widerstand (R9) mit einer Versorgungsspannung (Vcc) verbunden ist, und andererseits mit einem Anschluss (Mess) des Steuergeräts (SG) verbunden ist.

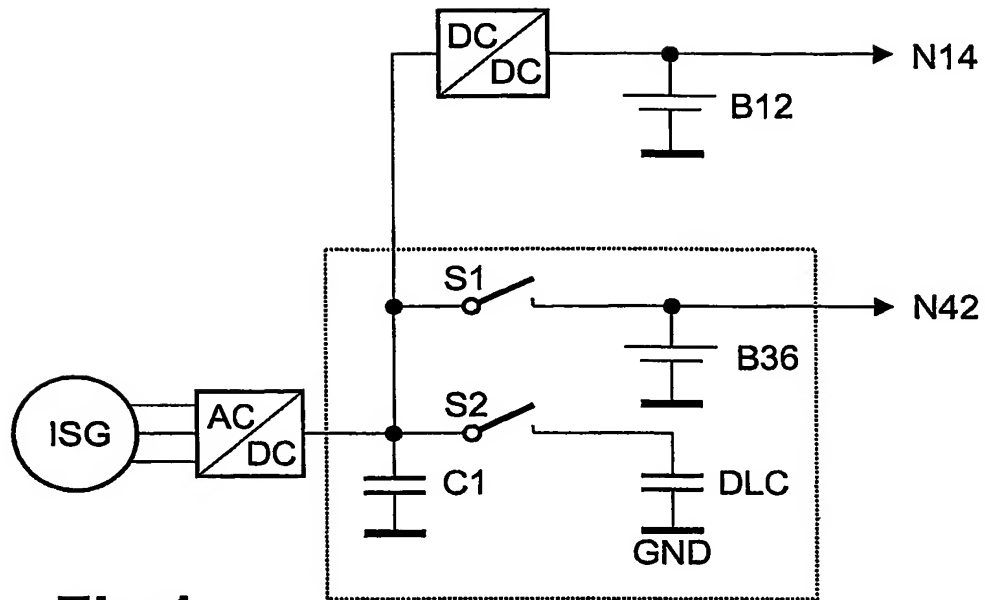
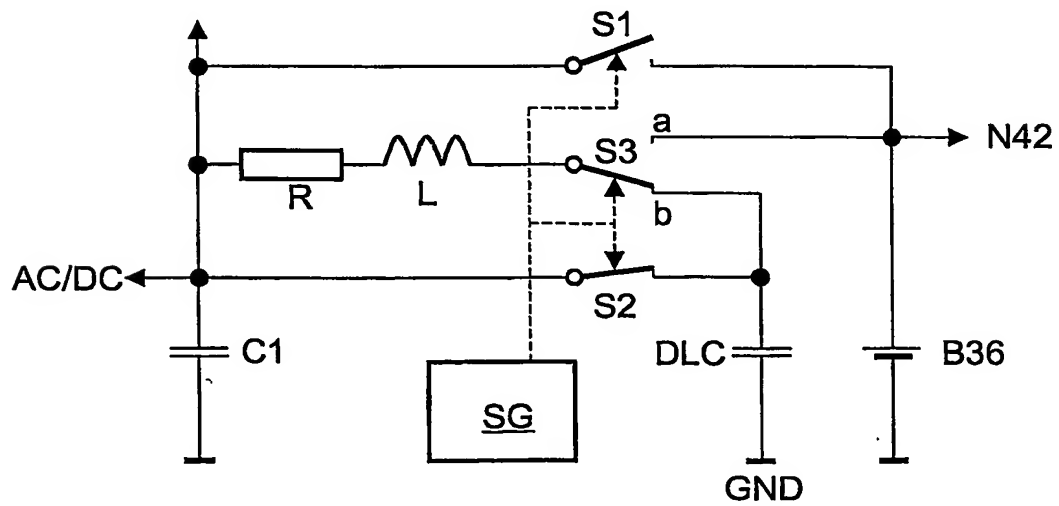
7. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Steuergerät (SG) ein erstes Verzögerungsglied (T1) aufweist, welches das Parallelschalten der Drossel (L) zu dem geöffneten Leistungsschalter (S1, S2) um eine vorgegebene erste Verzögerungszeit (T1) ab dem Einschaltbefehl (Um) verzögert, und ein als Monoflop ausgebildetes zweites Verzögerungsglied (T2) aufweist, welches das Einschalten des Leistungsschalters (S1, S2) frühestens nach Ablauf einer zweiten Verzögerungszeit (T2) erlaubt, welche länger als die erste Verzögerungszeit (T1) ist und mit dem Beginn des Einschaltbefehls (Um) zu laufen beginnt.

8. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Ausschalten des Leistungsschalters (S1, S2) mit dem Ende des Einschaltbefehls (Um) erfolgt.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 8 zum alternativen Verbinden eines kapazitiven Elements (C1) mit weiteren Elementen (DLC, B36), dadurch gekennzeichnet, dass der weitere Schalter (S3) ein Umschalter ist, dass das erste Verzögerungsglied (T1) ein zweiflankengetriggertes Verzögerungsglied ist, dass das zweite Verzögerungsglied (T2) als zweiflankengetriggertes Monoflop ausgebildet ist, und dass mit Erscheinen des Einschaltbefehls (Um), der in diesem Fall ein Umschaltbefehl ist, sämtliche Leistungsschalter (S1, S2) geöffnet werden.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Leistungsschalter (S1 bis S3) relaisgesteuerte Schalter sind.

1/3

**Fig 1****Fig 2**

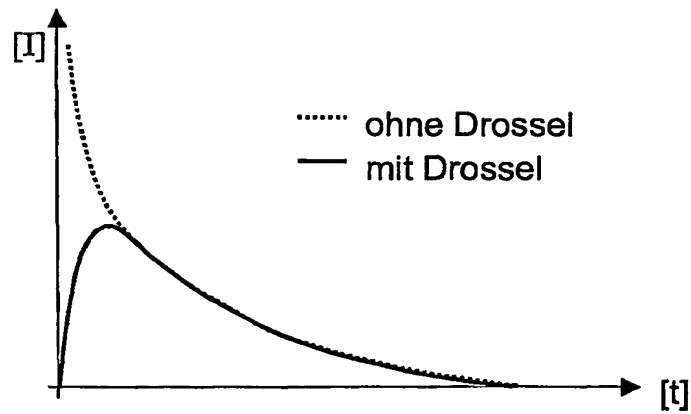
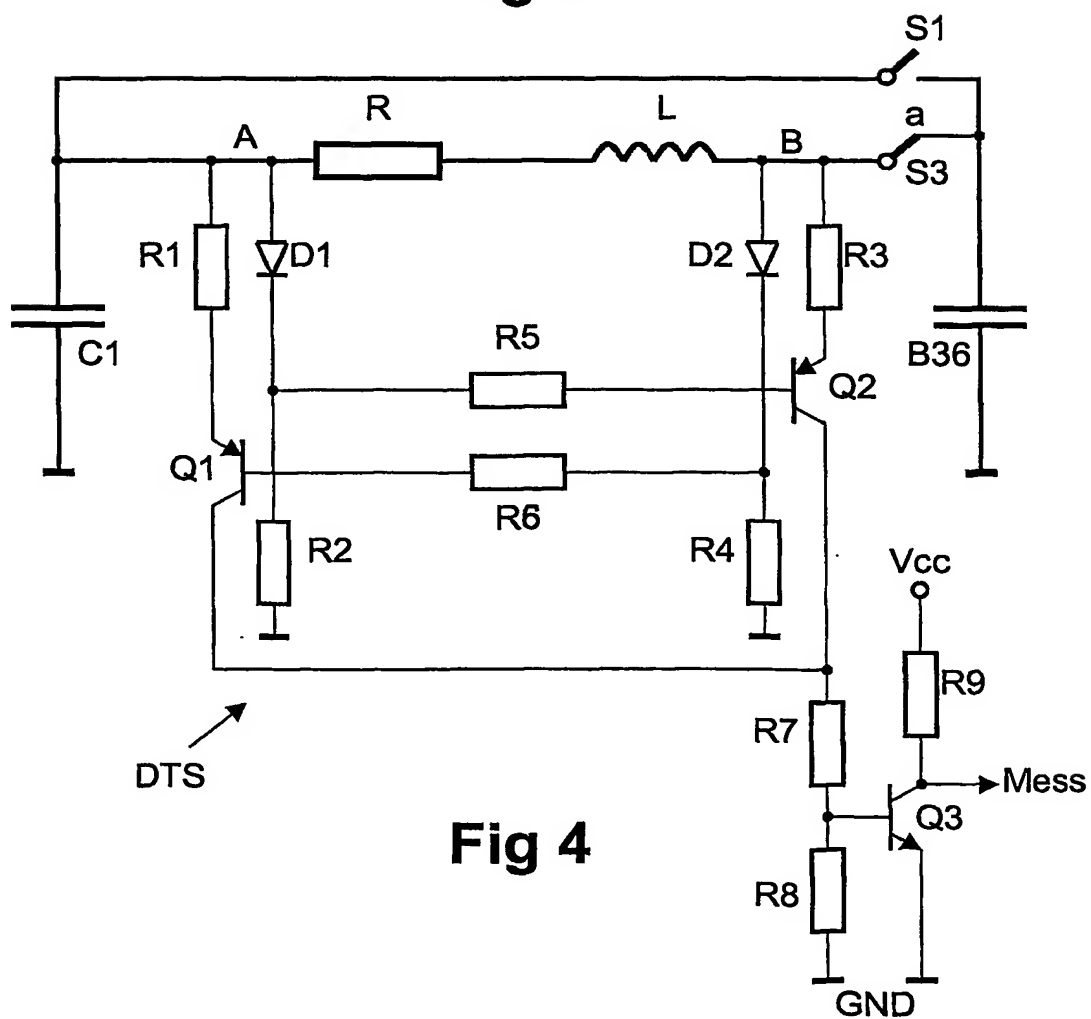


Fig 3



3/3

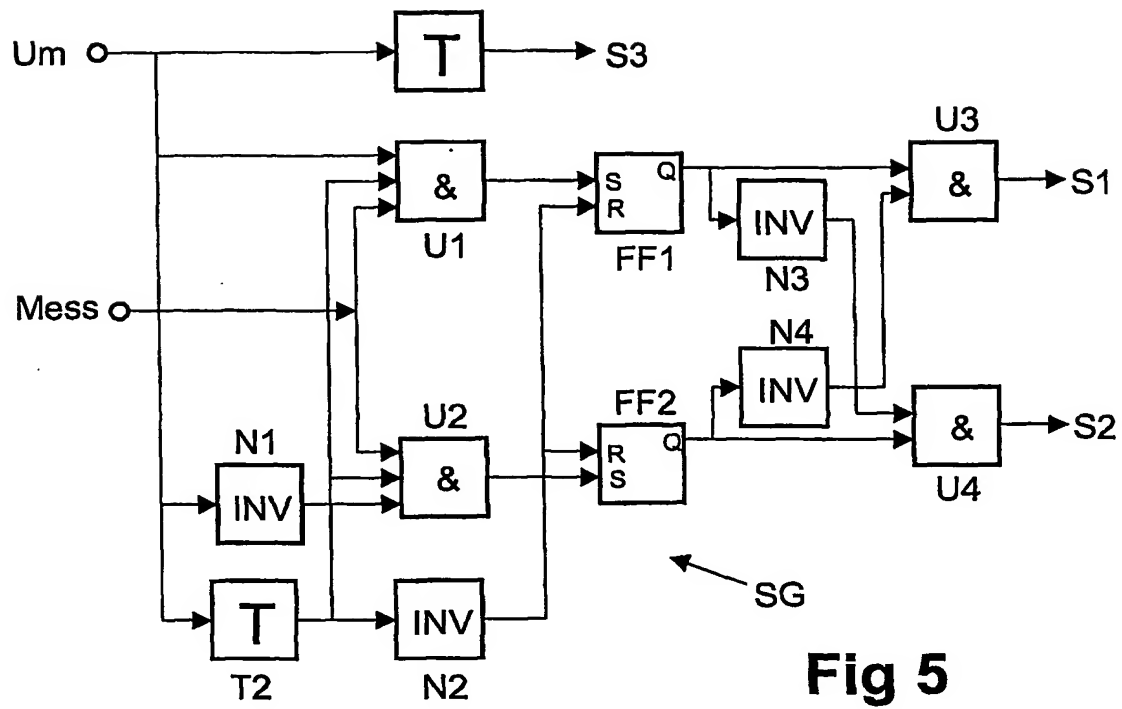


Fig 5

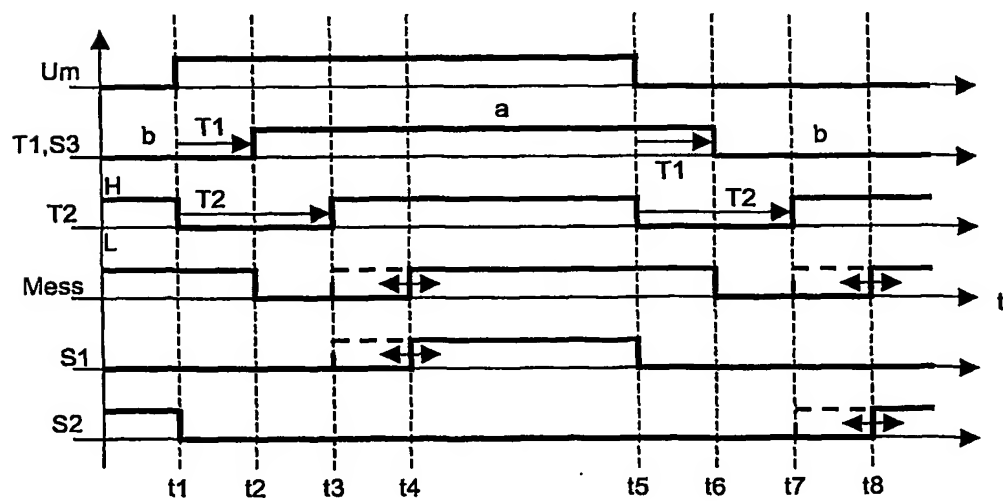


Fig 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 International Application No.
 PCT/DE 03/03053

 A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 H02H9/00 H02H7/22

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H02H H01H H02J H02M H02P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	GB 475 743 A (THE BRISTISH THOMSON.HOUSTON COMPANY,LIMITED) 25 November 1937 (1937-11-25) page 1, column 10-42 page 1, line 65 -page 2, line 60 page 2, line 101-123; figures 1,2	1
A	EP 0 666 581 A (YANG, TAI-HER) 9 August 1995 (1995-08-09) column 1, line 22 -column 2, line 51; figures 1,2	1

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the International filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 January 2004

Date of mailing of the International search report

04/02/2004

Name and mailing address of the ISA

 European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Beitner, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Application No.
PCT/DE 03/03053

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>WO 02 066293 A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 29 August 2002 (2002-08-29) abstract page 5, line 28 -page 6, line 30 page 10, line 13 -page 14, line 13; figure 4</p>	4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 03/03053

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 475743	A	25-11-1937	NONE	
EP 666581	A	09-08-1995	GB 2275367 A , B EP 0666581 A1 DE 69419894 D1 DE 69419894 T2 ES 2134900 T3	24-08-1994 09-08-1995 09-09-1999 24-02-2000 16-10-1999
WO 02066293	A	29-08-2002	WO 02066293 A1 EP 1360090 A1	29-08-2002 12-11-2003

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 03/03053

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 7 H02H9/00 H02H7/22

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H02H H01H H02J H02M H02P

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	GB 475 743 A (THE BRISTISH THOMSON.HOUSTON COMPANY,LIMITED) 25. November 1937 (1937-11-25) Seite 1, Spalte 10-42 Seite 1, Zeile 65 -Seite 2, Zeile 60 Seite 2, Zeile 101-123; Abbildungen 1,2	1
A	EP 0 666 581 A (YANG, TAI-HER) 9. August 1995 (1995-08-09) Spalte 1, Zeile 22 -Spalte 2, Zeile 51; Abbildungen 1,2 --- -/-	1

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

21. Januar 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

04/02/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Beitner, M

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inventar-Aktenzeichen
PCT/DE 03/03053

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>WO 02 066293 A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 29. August 2002 (2002-08-29) Zusammenfassung Seite 5, Zeile 28 -Seite 6, Zeile 30 Seite 10, Zeile 13 -Seite 14, Zeile 13; Abbildung 4</p> <p>-----</p>	4

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung und Datum der Veröffentlichung der zur selben Patentfamilie gehörenden

Inventar-Aktenzeichen

PCT/DE 03/03053

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 475743	A	25-11-1937	KEINE
EP 666581	A	09-08-1995	GB 2275367 A ,B EP 0666581 A1 DE 69419894 D1 DE 69419894 T2 ES 2134900 T3
			24-08-1994 09-08-1995 09-09-1999 24-02-2000 16-10-1999
WO 02066293	A	29-08-2002	WO 02066293 A1 EP 1360090 A1
			29-08-2002 12-11-2003

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.